" بسم الله الرحمن الرحيم "

نتوكل علي الله ونبدأ ....

photoreceptor potential signal transmission

ده سؤال نظري مهم وبيتكون من ٤ حاجات :-

الـ photoreceptor pigment :

اى photoreceptor pigment بيتكون من حاجتين :

- (opsin – retinal) اللى بيعمله الـ light انه بيفصل الاتنين عن بعض ....
- (opsin)--- > ده بروتين بيختلف من pigment لـ pigment تانيه احنا عندنا ٤ pigments يبقى عندنا ٤ انواع .. الـ scotopsin و photopsin والـ photopsin بدوره بيتقسم لـ ٣ انواع لـ٣ الوان اللى عندنا
- vit A (retinal) <-----ده عامل مشترك بينهم كلهم وبيبقي curved بيتحول الي metarhodopsin2 واللى هو الـ activated rhodopsin بالـ light وده اللي بيـ excite الكهربا .. " electrical response " وبعدين ف الاخريتحول الي trans retinal ف الـ dark هيحصل العكس ....
الـ light ----<بيكسر الـ pigment
الـ dark ---- > بيـ regenerate pigment عن طريق retinal isomerase

وعليه في ان vit A بيدخل في تركيب الـ rhodopsin وعليه اخدنا في الـ biochemistry والثانوى انه في نقص vit A يؤدي الي nightblindness اللي بيسموها " nyctalopia " ادا اللى خدناه في الثانوى .. االجديد بقى ان نقص vitA بيأثر على الـ cones بيعمل degeneration of cones احنا قولنا ان الـ retinal ادا بيدخل في الـ rhodopsin بتاع الـ rod والـ rhodopsin بتاع الـ cones ... لو حصل نقص مين بيوظ اكتر الـ rods عشان كدا اهتموا بيها اكتر وقالوا انه بيجيب عشى ليلى ... nyctalopia

ده الجزء الاول خلص خلاص ....

نيجي للجزء التانى والتالت : -

- الراجل الامريكاني جه بيقول يا جماعه الـ light & dark مين اللي stimulant فيهم !!
- الـ light علشان فيهم photoreceptors اللي بتتاثر بالضوء وعليه نحصل علي انه الـ dark هي الـ resting potential

وبعدين اتحفنا بقي بالاتى !! ..

لو قلنا ان الـ receptor بيتكون من جزئين : - outer part اللى فيه pigments

- inner part .... اللى هوا فيه mitochondria ... هتعمل na pump

وبعدين قالنا ان الـ outer part ادا فيه channels بتبقى شغالة بالـ cGMP فالصوديوم اللى هايحصله pump من الـ inner part هايدخل الـ outer part -----> فيكون جوه (+) وبره (-) دى state of depolarization " ودى حاجة غريبة انه اثناء الـ rest الـ resting membrane potential اللي هي depolarization ادا في الـ dark

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

طيب هنمشي معاها .. الـ dark يؤدي depolarization

D مع D

تعالي اما نشوف الـ light هيعمله ايه :

في الـ light هيحصل الاتي :-

- الـ photons اللى هيا الوحدات الضوئية في الـ mechanism -----> بتـ activate rhodopsin -----> فتعمل activated rhodopsin ----> فتنشط الـ transducent - اصل ده عبارة عن G-protein - ----> فينشط الـ phosphodiestrases ----> ا للي كان بيكسر الـ cAMP & cGMP
- وعليه فان الـ channel دى تروح قافلة فا Na pumped from inner part ميقدرش يدخل >> يسيبه بره >> يبقي العكس >> يبقي بره " + " وجوه " - " يبقي ده (state of hyper polarization)

- طب احنا عارفين انه في الـ dark الـ depolarization ---> دي بتفتح Ca channel وبالتالي الكالسيوم يزود الـ release of chemical transmitters

- والعكس الـ light بيعمل hyperpolarization ---> بيقفل الـ ca channel وبالتالي يقلل الـ release

مازلت اتذكر انه زمان كان فيه رئيس قسم بدون ذكر اسماء قالي عاوز يكتب الـ material ده فقالي ما تشوفلنا الطلبه بره في الـ US university بيدرسوا ايه ومكتبش اي حاجه في الموضوع وبدون ذكر اسم الشخص ده .. وبعدين دخل المحاضر يشرح الـ special sense ويقول الـ dark بيعمل depolarization ويزود الـ release of chemical transmitter والـ light اللى هوا الـ stimulus بيعمل hyper depolarization ويقلل release فالطلبه مفهموش حاجه ......

لانه المفروض الـ light بيعمل stimulation يقوم يفتح Ca channels يقوم يزود الـ chemical transmitters فقالوا الحل بتاع الموضوع ده انهم يدخلوا المعيدين والمدرسين المساعدين يشرحوا الجزء ده للطلبه فالزميل الفاضل مأقنعش الطلبه بالكلام ده قام خلا المعيدين يشرحوها

فقامت الزميله الفاضله علي وجه التحديد قامت قايله ايه ده ؟! ايه الكلام اللي انت جايبه ده ؟! ده كلام غريب خالص !! قلتلها صح دا كلام غريب خالص انتوا مشيتوا ورا الراجل الامريكاني .. ده كلام الراجل الامريكاني وده راجل stupid علشان اعتبر الـ light .. stimulating condition والـ dark .. resting condition وده اعتبار خاطئ

عالم اخر كان مبصر وانت اعمي .. هو الي فتح عيون الدنيا ع الكلام ده .. قال جمله حاول تفهمها

" blind eye doesn't feel dark .. blind eye feels nothing "

يعني انت بتتخيل ان انا اما اغمض عنيا كده هشوف لون اسود .. انا فعلا شايف لون اسود .. يبقي انا كده اعمي ؟! هو لا بيشوف اسود ولا ابيض انما احنا النطباع والقذاره اللي جوه دماغنا هيئلنا انه انا كده شايف وكده انا اعمي وده اللي وصلتهلنا المسرحيات

" blind eye doesn't feel dark .. blind eye feels nothing "

لان السواد ده عباره عن رؤيه .. يبقي متقولش انا مش شايف الاسود .. لان انت شايف اسود !!

- وبعدين ايه رايك كده في الدايره السوده ديه ؟!

- شايفها حلو اوي ودي دايره بيضه انت مش شابف دي وشايف دي .. انت هنا شايف ابيض وهنا شايف اسود وبنفس الوضوح .. يعني السواد ده مش عمي

طب فكر معايا كده ف الحته اللي جايه دي....

- طب ما المفروض اللون الاسود ده بـ absoarb الضوء ويطلع less photons بينما الابيض العكس .. ده بيعكس الضوء وبالتالي عدد الفوتونات بتبقى كتيرة ...
- و still انا لسه ان اشايف السود بنفس وضوح البيض مع ان دا بيطلع less photon ودا بيطلع more photons.
- فكان الـ solution الوحيد اللى عمله ربنا.... عمل ايه بقي ؟!!

- الاسود اللي بيطلع less photons تعويضا له----> يطلع more transmitters

-الابيض اللي بيطلع more photons-----> يطلع less chemical transmitters فتري الاسود بنفس وضوح الابيض مش تقول انا شايف الابيض ومش شاااايف الاسود !!

لأ انت شايف اسود وبنفس وضوح الابيض ... وهوا بيدى less photons ....

لكن ربنا خلى ان الاسود بـ release more chemical transmitters وعلى هذا الاعتبار هذا الشخص stupid حينما اعتبر هذا stimulus وهذا resting condition ... لااااااااااااااا ... دى رؤية و دى رؤية .. هنا ترى الابيض وهنا ترى الاسود

يبقي واحد بس في عالمنا هو عالم فاقد البصر وانما مش فاقد البصيره لانه فتح اعيننا علي الموضوع ده الاسود رؤيه ومش عدم رؤيه زيه زي الابيض بالظبط .. وده سؤال مهم

(كلام متعاد)

نكمل بقي الـ notes دي بقي هي مش مهمه بس هقولها .... طب هقولها ليه . هقولها لاننا اتفقنا مع بعض اننا مش هنقص كلمة .. مش هنشرح احنا المهم ونسيب اللي مش مهم .. انت مش هتقرا حاجه لوحدك ..

Rods

" rods are extremely sensitive to light" ... ليه ؟

لانها بتتمتع بـ excellent space summation ... مئات الـ rodsيروحوا لـ one bipolar cell وكذا bipolar cellيروحوا لـ one ganglionic cell فبنشوف واحد من اعظم الـ space or spatial summation فى جسمك .. عشان كدا هيا more sensitive to light

cGMP

اللى بعدها :

قولنا الـ light بيكسر الـ cAMP وشوفنا ازاي----> لانه بيـ activate الـ rhodopsin اللي عن طريق الـ G-ptn اسم transducent -----> اللي هاينشط الـ phoshodiesterase -----> اللى هيكسر الـ cAMP

طب ازاى يرجع يتكون تانى ؟!!!!

نقص الـ Ca بيـ :-

- activate guanulate cyclase اللى بيصنع الـ cGMP
- inhibit phosphodiestrase اللى بيكره الـ cGMP

يعنى ينشط اللي بيصنعه ويوقف اللي بيكسر

تاني حاجه ان :

rhodopsin kinase activates metarhedopsin ....وده مش مهم تقوله في السؤال علشان اتفقنا نقوله مع بعض

receptor potential

رابع واحدة مهمه اوي علشان تعرفوا ان الامتحان ده فعلا محتاج فهم عميق اوي + (شويه كلام متعاد)

رابع نقطه بقي .. بص معايا .... احنا قلنا ان ال retina دى فيها العديد من ال layers ..

اهم ٣ من ال ١٠ : ---- > ((cones , rods , receptors))

- 1st order neuron >> bipolar cells
- 2nd order neuron >> ganglionic cell

واحنا عرفنا ان الـ receptor potential ده اللي هو الـ generator potential وده موجود في الـ receptor بس في الـ retina..

ده بيتميز بانه عكس الـ action potential ... يعنى ايه؟

لان الـ action potential بحرف الـ A بيتبع All or non law يعنى can't be graded ومعاه absolute refractory period وبالتالي بيـ can't be summated بينما الـ generator potential دي العكس بقي can be graded و can be summated

طب بعد الـ receptor احنا اخدنا هناك ان الـ signal transmition عباره عن انه action potential

Once طلعت الـ generator potential

- طب وهما سموه كده ليه !؟
- علشان بيـ generate الـ action potential

انما في العين بقي signal transmission بتبقى generator potential .. يعني تصور الـ generator potential بيمشي كل ده .. مش هنا generator ويقلب بعد كدا action potential

الـ signal جوا العين اصلا عبارة عن generator potential

طب ايه الميزه ؟!

الميزه ان الـ generator potential بتتميز عن الـ action potential بانها can be graded ودي حاجه رائعه في الـ vision ....ان الضوء يكون له درجات مختلفه علشان كده حاجه من عجائب الاقطاب ان الـ signal في العين مش action potential

طب ليه الـ signal في باقي الجسم action potential !!

اعرفها كده .. ربنا خلقها كده ..

عيب الـ generator potential (عيب الـ local response) :

ان الـ action potential « propagated <<<بينما الـ local response.. localized non-propagated وهما مصرين يجيبوها في الامتحان انها non-propagated فانا ريحتهم بينما انا كل مره بشرحها مبقولش كده .. قلت لما بدي subthreshold stimulus وبدي local response بدي كهرباء ضعيفه تمشي شويه لحد اما قوتها تندثر يعني عيبها انها مش non-propagated.. هي "Quite or slightly propagated"

الحل :

قام ربنا عامل ايه بقي ..

ان اول مره الـ 1st and 2nd order neurons يكونوا مع بعضهم جنب الـ retina …………

- لان انت الـ generator potential دي الـ signal transmitter اللي في الـ retina.. وده عيبه انه بيمشي مشوار صغير جدا وبعدين يندثر ----> فمينفعش يكون الـ first order neuron هنا والـ second هناك – قصدوا بعيد عن بعض يعنى - لانه مش هايوصله لان اهم عيب فيه ان هوا " slightly propagated "

- اي حد وقوله ؟!!! why واسمع منه الاجابه .. ليه ربنا حط لاول مره الـ 1st and w 2nd order neuron جوه الـ retina !! علشان تاخدد كل المزايا .. ان signal transmission لاول مره مهواش action potential .. هي في كل الجسم action potential ماعدا هماك الـ signal is generator potential بتكون slightly propagated حلها ازاي !! اني احط الـ 1st and 2nd order neurons جوه الـ retina فيبقي المشوار صغير اوي فمياثرش علينا

طب ايه الميزه اللى خدناها من انها مش action potential ان الـ action potential can't be graded بينما الـ generator potential can be graded …..

دي مهمه جدا في الـ vision بتبقى very special بتشوف grades من الـ light رهيبه

والدليل علي ذلك ايه !! once وصلت الـ Ganglionic cells ---> هيطلع optic nerve ---->وبعدين يكمل optic chiasma ---->وبعدين يكمل optic tract مشاوييير رهيبه اهيه ! ---->يقوم immediately يتحول الي action potential من اول الـ ganglionic cells انما جوه الـ retina الـ signal مش action potential طب ايه الميزه انه يكون جو الـ retina .. Generator potential انها can be graded اذا special sense مايتفعش تبقى all or non law

(كلام متعاد كتير)

Receptive field

اللي جاي سهل اوي اللي هو الـ receptive field ظاهره اخدناها في CNS.....كان كل s ganglionic cell ده الـ receptive field بتاعها .. صح !

- في central part & surrounding .. اللي في النص central واللي حواليها surrounding

دلوقتي لو الـ central زود الـ discharge -----> يقوم الجزء اللي جنبه الـ receptors اللى جنبه تقلل الـ discharge

وقولنا ايه الغرض من الحكايه دي ؟!

" contrast "

دي ظاهره بيتعملها regulation ولكنها لا تكون ظاهره دون الاستعانه بالـ inhibitory inter-neuron هنا يسموها inhibitory cell مش interneuron لانه مش بين ٢ neuron بين بدا receptor و receptor

فيسموها " inhibitory cell OR horizontal cell "

طب والعكس صحييح .. قالك فيه ganglionic cells تانيه الـ center بيحصله inhibition <<<< يبقي بنفس المنطق الـ surrounding يحصلها stimulation والغرض بيكون الـ contrast مابين العضو

وبقلك في مثال سهل جدا .. بنت وشها ابيض لابسه حجاب اسود هنا الابيض هيزود ولازم علشان نلاقي الفرق يقوم الاسود ميقعدش زي ما هو .. لازم يعمل ايه !! ؟ -----> ينقص ..

On centers off surrounding اشتغلت .. الوش الابيض .. on center طب واللي حواليه off surrounding

والعكس .. البت سمره ولابسه حجاب ابيض يبقي هنا off center and on surrounding

و الغرض اننا نجيب الـ difference ما بين الغامق والفاتح

مين الـ inhibitory neuron center هنا ؟!

قولنا قبل كده .. " horizontal cells "

هل يمكن تسميتها inhibiting inter-neuron ولا نقول cell.. طب ليه مقالوش inter-neuron !!؟

لانها مش بتبقي بين neuron and neuron دي بتبقي بين receptor and receptor ....

Ganglionic cells

العقده كلها في ال ganglionic cell دي بتعمل معظم الشغل في العين ....

We have 2 types of ganglionic cells :

- ✓ Mega cells يعنى كبيرة
- ✓ Vago cells يعنى صغيرة

الـ mega cells بتبقي كبيره والـ receptive field بتاعها كبير بينما الـ vago cells صغيره والـ receptive field بتاعها صغير ....

Mega عرفنها من acromegaly يعني كبير انما الجديده عليك الـ vago cells يعني صغير (عكسها)

Magno هيا هيا mega

الـ magno cells زي في النيرف ... الكبير يبقي الـ axon بتاعه كبير يبقي سريع

بينما الـ vago زي النيرف الرفيع والـ axon بتاعه صغير يبقي بطئ

يبقي الـ velocity of conduction هنا عاليه وهنا واطيه ..

نيجي لنوع الـ discharge :

ودي اهم نقطه اكتبلي عليها مهم جدا دي بتكون transient يعني مؤقت يعني rapidly adapting

انما دي sustained اكتبلي slowly adapting يبقي الـ vago اي حاجه بحرف الـ S

	Magno cell	Vago cell
Size	Large	Small
Receptive field	Large	Small
Conduction velocity	Fast	Slow
Discharge type	Transient, rapidly adapting	Sustained ,slowly adapting
Detection	movements and changes in light intensity	Colors and details

⟸ هناك بتـ detect الـ movements and changes in light intensity

دي بتـ detect الـ color ....

ده برده كلام عاوز فهم عميق جدا .. "يبقي الرؤيه مزيج بين الثابت والمتحرك وانت بتشوف ثابت ومتحرك "

هو في الشارع في مواصلات وعربيات ماشيه وناس ماشيه والـ background عمارات ثابته .. يبقي اي رؤيه عباره عن مزيج بين الثابت والمتحرك

انت بتبصلي .. انا متحرك بس الـ background ثابته :-

- فانت الثابت بتشوفه -----> الـ vago cells اللي هي sustained اللي هي بطيئه slowly adapting وتاخد ميزه ان الثابت بيشوف التفصيلات والـ color كويس اوي ..
- طب لو انا دلوقتي بتحرك انت لازم تشوفني بس مينفعش حاجه بطيئه .. لازم حاجه سريعه وتـ detect الـ.. change in movement and light intensity

- بصلي هنا .. بص علي ايدي كويس اوي .. انت دلوقتي شايفها بالـ vago cells وشايف التفاصيل زي الفل وفي features بتاعه الجلد انت شايفها حلو اوي برده دى خصائص الـ vago cells

- اما لو بدات احرك ايدي لازم تشوفها وهي بتتحرك برده يبقي هتدخل علي الـ magno cells هتشوفها وهي بتتحرك اما ايه اللي هيحصل في details and features !! انت ايه رايك !؟----> هتبقي less details and less colors ..... "السرعة بيقابلها عدم الوضوح " .

(كلام متعاد)

وبعدين حبه كلام بره الموضوع ☹

ده السؤال اللي جاي بقي وده سهل ....

Autonomic regulation of retinal sensitivity (retinal adaptation)

هو جدول بس مش هيجيلك في الامتحان يقلك قارن بس الجدول بيفيد في حاجتين .. بيخلي الدراسه اسهل والصفحات اقل..........

" Dark adaptation "

تعالوا نعيش مع بعض القصه ....

سيبت الحصه وانت قررت تروح سينما جالاكسي وقت الظهيره ع الساعه ١ و ربع فدخلت السينما ضلمه علشان انت كنت في الشمس بره فدخلت تتعز وقام يساعدك الـ usher وطبعا تدوس علي رجلين الناس ومفيش مانع تقعد علي واحد مانت مش واخد بالك ...

دلوقتي مفيش رؤيه خالص بس بتلاحظ انت بمرور الوقت ان الرؤيه بتتحسن في نفس كميه الضوء و بتتحسن الرؤيه بشكل رهيب لدرجه ان انت مش بس شايف الناس ..تقدر تعرف مين اللي قاعد اذا كان صديقك او لأ ..اكن تماما في ضوء حواليك .. ... شايف الناس كويس اوي ....

يعني بمرور الوقت الـ retinal sensitivity for light بتزيد وعليه فالـ visual threshold بتقل وهو ده الـ dark adapting

⟸ يبقى ال dark adaptation حاجتين : - زياده في الـ intensity

- ويقابله نقص في الـ threshold

تفتكر حساسيتك للضوء بعد نص ساعه بتزيد عن لحظة دخولك كام مره !؟

"٥٠٠,٠٠٠" .... " نص مليووووون مره "

طب ايه اهم سبب للظاهره دي !؟

.. الـ regeneration of pigment يعني اعاده تكوين الـ pigment .

الـ cons بتكون fully loaded with pigments بعد ١٠ دقايق و الـ rods بعد ٣٠ دقيقة .. عشان كدا قولنا ان ال maximum sensitivity بتحصل بعد نص ساعة ....

خد بالك هنا الـ cones---> زودت الـ retinal intensity ..

طب لو هرسم الـ curve بتاع الـ threshold هتلاقي في ال cones نقصته وبعدين الــ rods (سؤال مهم وفهم) " ال sensitivity بتزيد اما ال threshold بيقل "

يبقي مش زي ما قالوا في ثانوي ان الـ rods لوحده اللي بتتكيف مع الظلام .. " الـ cones كمان بتتكيف اهو…."

- يعني هل الـ cones حسب اللى انا رسمته دا بتـ contribute or not contribute in dark adaptation؟؟

- بتـ contribute

- طب تيجي بقي ويجيلك سؤال حلو اوي .. " in fovea centralis dark adaptation occurs " الطالب بقي اللي عامل روحه فاهم اوي هيقولك دي مفيهاش غير cones ده عاوز يلخبطني !! لا مفيهاش dark adaptation .. ويعتقد انه هو ذكي وانه هو اللي اكتشف الغلط …. !!!١

- طبعا لأ .. الـ fovea centralis اللي مفيهاش غير cones بيحصل فيها dark adaptation طبعا اسرع بس اضعف اما الـ rodes ابطا بس اقوي وهجيبهالكوا المره الجايه سؤال :

الـ fovea centralis اللى مفيهاش غير cones … هل يحدث الـ dark adaptation ؟

الاجابة نعم … الـ cones بتشارك بس اسرع .. ودائما وابدا قاعدة مغيرنهاش حتى فى مثل انجليزى مالوش علاقة بالعلم … بطيئة يبقى more efficient .. سريعة يبقى less efficient ……

- ربنا مبيديش كل المزايا لحاجة واحدة زى الـ cones والـ rods اللى عنده more acuity عنده less sensitivity to light واللى عنده less acuity عنده more sensitivity to light كل واحد باخد حاجة

و دا تكامل مش تضاد .. اللى بيبتدى بسرعة الاقل مساهمة .. اللى بيتدى براحة يبقى الاكتر مساهمة

- تاني حاجه بتحصل في الـ dark adaptation :

ان الـ mydrasis وميتفعش دي تتكتب رقم ١ علشان كده انا قولت ان الـ regeneration اهم حاجه وهقولك حاجه هما مش كاتبينها .. علشان تعرف ان اهم حاجه هي الـ regeneration هما مش اربع حاجات هما regeneration ثم regeneration ثم regeneration ثم كلام فارغ ….

دى لما الـ pupil بيحصلها dilatation و بتزود كمية الضوء اللى داخل ودى تعرفها لنفسك ٦٠ مرة …. مقارنة بال ٥٠٠٠٠٠ يبقى مين الاهم .." الـ regeneration"…..

- Signal intensity :

الله !! هو الـ signal بتتغير في الـ intensity

اها .. علشان مهياش action potential ودي احد المزايا .. هي جوه الـ retina مش action potential بس بتكون action potential اما بتخرج من الـ retina من اول ganglionic cells

الـ signal intensity بتزيد ولسبب تاني ليه ربنا خلاها الـ signal intensity بتكون GP لانه it can't be graded .

نيجي بقي للعكس …………

Light adaptation

خلصت الفيلم وخرجت ع الساعه ٣ وربع .. كل الناس بتخرج بنفس المنظر اول ما بنتعرض لوهج الشمس كلنا كانا بنبقي خارجين عاملين كده .. مش محتمل الشمس بس in just 5 min مش ٣٠ دقيقة بقي بنبقي زي الفل يبقي بمرور الوقت الـ sensitivity للـ light قلت والـ threshold زادت وهو ده الـ light adaptation

طب اذا كان هناك اهم سبب هو الـ regeneration <<<<<يبقي هنا اهم سبب هو break down of pigmentation

حتى كنا قولنا ان الـ light بيفصل الـ retinal والـ opsin ... الـ light بيكسر ... الـ dark بيبنى

التكسير اسرع من البناء و دا منطق الحياة وكمل الباقى زيه العكس بقي .....وهنزود الحته بتاعه الـ vit A والـ role بتاعه والنقص بيعمل ايه .....

Color vision

سؤال ..

- هل لو عندي تليفيزيون ملون هسميه color OR colored TV ؟ !!!
- colored .. معناها ان التلفيزيون نفسه من برده مدهون وملون

Color .. معناها انه تلفيزيون الوان

طب انا بقول الكلام ده ليه .. انه انت مينفعش تقول colored vision وبالتالي هيكون عنوان السؤال color.

ساعات بيجيبهالك بالنسبه لمكتشف الـ color vision.. helmoltz & young .. الاتنين اكتشفوا نظريه الرؤيه الملونه ومن المعلومات العامه .. ما هو اطول شارع في العالم !؟ هو young st ويصل طوله ٤٠٠٠ كم

الحقيقه ان كثير من الزملاء مش عارفين ان helmoltz & young حطوا اول نقطتين في النظريه ..اما النقطة التالتة والرابعة تلامذتهم هما اللى حطوها ... هما حطوا اساس النظريه بس .. بص معايا .. هما قالوا ان الانسان بيميز ملايين الالوان ومازال في الوان لسه مطلعتش فرغم كل ملايين الالوان دي الا انه مفيش ملايين الصبغات في العين ..

هما 3 types of cones وهما اول ناس اكتشفوا انه في ٣ انواع من الـ cones ..

3 types of cones corresponding to 3 pigments to the 3 primary colors (red , blue and green)

- ✓ طب وازاي ٣ cones هتشوف ملايين الالوان ..؟؟
- ✓ قالوا كل لون بيبعت توليفه معينه من الـ action potential لـ 3 types

يعني مثلا الاحمر بيبعت ٣٠ من الـ cones الاحمر و ٤ اخضر و٢ ازرق يبقي الانطباع العام " احمر "

يبقي كل لون بيدي توليفه action potential for 3 types of cones يعني اللون واحساسنا بيه بيعتمد علي الي sequence of action potential الصادر من كل واحده .. ...

انا حافظ توليفه واحده وانا عارف انها اسهل واحده تحفظوها كمثال .. انا حافظ الابيض انه لو طلع عدد متساوي مثلا طلع هنا ٤ وهنا ٤ وهنا ٤ فهيكون الانطباع العام اللون الابيض ودي صح ١٠٠ % علميا ..

يبقي الابيض بيطلع ازاااي ؟

لما بيحصل equal stimulation of 3 types of cones وده المثال الوحيد اللي انا تقريبا حافظه .. انما احفظهم كلهم !! لأ احفظ مثال واحد وده اسهل مثال للطالب .. الابيض انما كل لون ليه توليفة خاصه بيه وبكده نكون خلصنا young & helmoltz